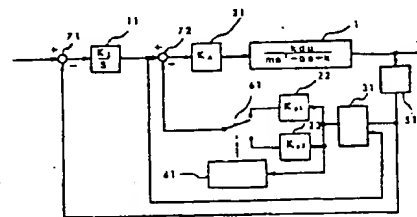


(54) SAMPLE STAGE DRIVER

(11) 4-333108 (A) (43) 20.11.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-104126 (22) 9.5.1991
 (71) HITACHI LTD (72) SHIZUO YAMADA(2)
 (51) Int. Cl.⁵ G05D3/12, B23Q1/02, G05D3/00, G05D19/02

PURPOSE: To shorten the positioning time of a sample stage by providing a function to a control system to attenuate the vibration of a mechanism system of a sample stage driver which positions the sample stage with high precision.

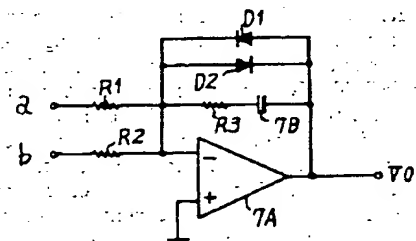
CONSTITUTION: A displacement sensor 51 detects the position of a mechanism system 1, and a subtractor 71 calculates the positional deviation between a target position signal and the sensor 51. Then the positional deviation is integrated by an integrator 11 and furthermore amplified by a drive amplifier 21. This amplified deviation is applied to an actuator. Meanwhile a vibration detector 31 detects the vibration of the system 1 with use of the present position signal received from the sensor 51 and the output signal (u) received from the integrator 11 and inputs the vibration to a subtractor 72 via an amplifier 22 or 23 in the different amplification factors. Under such conditions, $K_{p1} > K_{p2} > 0$ is set. Then a switch controller 41 discriminates whether the product of the vibrating amplitude and the velocity component of a moving object is positive or negative in order to control a switch 61.

**(54) POSITIONING CONTROLLER**

(11) 4-333109 (A) (43) 20.11.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-104143 (22) 9.5.1991
 (71) NIKON CORP (72) SUSUMU MAKINOUCHI
 (51) Int. Cl.⁵ G05D3/12, B23Q5/36, G05D3/00, G05D3/12//B23Q15/24

PURPOSE: To reduce the vibration of a mobile object even if the feedback signal applied to a velocity servo system has the temporary abnormal value by providing a constant voltage element to limit the output of an integration circuit which secures an integral action for drive of a motor to a prescribed level.

CONSTITUTION: A motor is provided to drive a mobile object together with a circuit which controls the motor to move the mobile object with the prescribed characteristic and to stop it at a desired position. Then the constant voltage elements (diodes) D1 and D2 are added to an integration circuit of the circuit which performs the feedback control of the motor. So that the upper limit of the integration output VO'. In other words, the output of the integration circuit is transiently increased when the velocity signal fed back to the motor control circuit has the abnormal value at a certain time point. At the same time, the voltage produced at both ends of a capacitor 7B included in a feedback loop is also increased. Then this overvoltage is clipped by the elements D1 and D2 and therefore the output VO' of the integration circuit is limited.



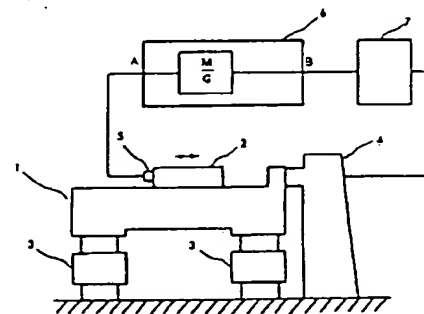
a: velocity command, b: velocity value

(54) STAGE VIBRATION SUPPRESSING SYSTEM

(11) 4-333110 (A) (43) 20.11.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 3-104125 (22) 9.5.1991
 (71) HITACHI LTD (72) TOMOKO SAKAI(1)
 (51) Int. Cl.⁵ G05D19/02, B23Q1/14, B23Q15/20, F16F15/02, G05B13/02, G05D3/00

PURPOSE: To suppress the vibration of a surface plate by applying the force of the same value as and adverse to the reaction applied to the surface plate from a stage to the surface plate from an external force generator when the stage is accelerated and decelerated and always securing the offset between the preceding force and reaction.

CONSTITUTION: The driving force shaft of an external force generator 4 is always coincident with the driving force shaft of a stage driver. An acceleration sensor 5 detects the acceleration of a stage 2, and a vibration suppressing system controller 6 multiplies the acceleration speed A received from the sensor 5 by the mass of the stage 2. Then the controller 6 outputs the result of compensation of the force characteristic of the generator 4 and the characteristic of a power amplifier 7 of the generator 4 to this amplifier 7 as a manipulated variable B.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-333110

(43) 公開日 平成4年(1992)11月20日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 19/02		D 8811-3H		
B 2 3 Q 1/14		Z 8107-3C		
	15/20	9136-3C		
F 1 6 F 15/02		A 9138-3J		
G 0 5 B 13/02		K 9131-3H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-104125

(22) 出願日 平成3年(1991)5月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 酒井 倫子

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者 小林 功

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

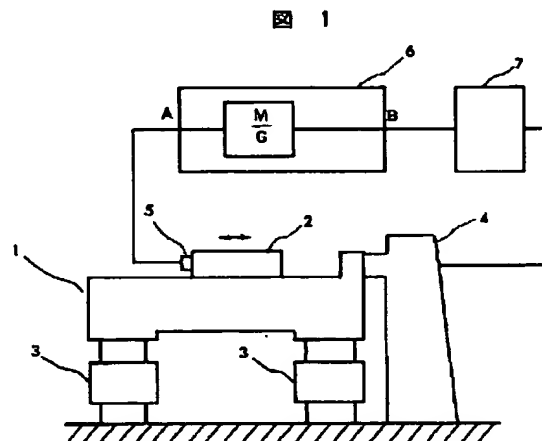
(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

(54) 【発明の名称】 ステージ用振動抑制システム

(57) 【要約】

【構成】 外部に設けられた力発生器4の推力軸は、ステージ駆動装置の推力軸に一致している。加速度センサ5により、ステージ2の加速度を検出し、振動抑制システム用コントローラ6は、加速度センサ5より与えられた加速度信号Aをステージ2の質量倍し、外部力発生器4の力特性とそのパワーアンプ7の特性を補償した結果を、外部力発生器4のパワーアンプ7へ操作量Bとして出力する。

【効果】 ステージ2を加・減速する際、ステージ2が定盤1に与える反力と大きさが同じで逆向きを、外部力発生器4により定盤1に与え、力を常に打ち消しあい、定盤1の振動を抑制することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外界からの振動を遮断するための除振装置で支持された定盤と、前記定盤上に設けられ少なくとも一方向に移動可能なステージと、前記ステージ駆動装置及びステージ駆動用制御装置と、前記定盤に力を加えるための外部力発生器とを含むステージ用振動抑制システムに於いて、ステージ移動加速度を検出するセンサを具備し、前記センサの値を入力値として前記定盤への加振力および前記外部力発生器の発生力目標値を演算し、内部に構成された力発生器の伝達関数の逆系によって力発生器の特性を補償して発生力目標値を演算する振動抑制システム用コントローラを備えたことを特徴とするステージ用振動抑制システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高精度位置決めステージに於いて、ステージを駆動したときに起こる振動を抑制するためのシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、各種の精密な測定装置、あるいは半導体関連の各種製造検査装置では、極めて高い位置決め精度（例えば0.1ミクロン以下）をもつ位置決めステージの要求が高まっている。通常、この種のステージは、外界からの振動を遮断するため、除振装置付き定盤の上に搭載されているが、ステージ駆動時の反力により、除振装置上の定盤が加振されステージ移動終了後も定盤の振動が残留する。

【0003】 図3は、一般的な高精度位置決めステージを示した説明図である。図に於いて、1は定盤で2で示すステージがこの上を移動する。また、定盤1は、外界からの振動を遮断するため、3で示す除振装置（例えば、空気ばねまたは積層ゴム等）で支持されるのが普通である。ステージ2を動かすには、定盤1に対してステージ2を加速または減速するステージ駆動装置（一般的にはモータ、送りスクリュウ等）が必要であるがこれは図示していない。

【0004】 ステージ2を定盤上で移動させるには、ステージ2に力を加えて加速し、停止のためには逆方向の力を与えて減速させることが必要である。この加速、減速の力は、その反力を定盤1に与える。定盤1は除振装置3により支持されているため、反力を受けると定盤1には振動が発生し、ステージ停止後も継続する。定盤上の構造体が剛体として扱える限りは、この振動は問題とはならないが、装置に要求される精度が高ければ高いほど、構造体の弾性変形は顕在化するため、この振動は、装置の精度及び、スループットに大きく影響を与える。

【0005】 従来、このような振動を防止するため、種々の方法がとられており、その一つの方法として、特開昭58-68118号公報には、図4のような装置が示されている。図4に於いて、1は定盤を示し、2はステー

ジ、3は除振装置、4は外部に設けられた力発生器である。ステージ2を加速、減速する際、ステージ2が定盤1に与える反力と大きさが同じで逆向きの力を、外部力発生器4により定盤1に与えることにより、ステージ移動装置からの反力と、外部力発生器4からの力が常に打ち消しあうため、外部力発生器4の発生力の精度が高ければ、定盤1はまったく振動することがなくなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 振動抑制方法の原理は、従来からよく知られているが、この種の装置の実用化に際しては、いかに精度よく外部力発生器の力制御を行なうかが最も大きな技術課題となる。例えば、従来技術は、以下に示す点について考慮が十分ではなく、満足な制振ができない場合がある。

【0007】 (1)ステージと定盤との間での摩擦力として失われる力を考慮していないため、力発生器に与える力の目標値は、実際に発生しているステージ駆動による反力と異なる。

【0008】 (2)ステージ駆動装置と異なる特性をもつ力発生器を用いる場合には、従来技術で示されているような、ステージ駆動装置の操作量を単に定数倍した値を操作量として力発生器に与える方法では、ステージ駆動装置の発生する力と同じ大きさの力を力発生器より発生させることはできない。

【0009】 本発明の目的は、効果的な定盤の制振を行ない、装置の精度及び、スループットを向上させる実用的なシステムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するためには、以下二点が必要である。

【0011】 (1)加振力の正確な検出または演算による高精度な発生力目標値の生成。

【0012】 (2)発生力目標値と、力発生器出力の高精度な一致。

【0013】 このためには、ステージの加速度を元にして発生力目標値を高精度に生成し、さらに、コントローラ内で力発生器の特性を補償して力発生器の操作量を決定するのが効果的である。

【0014】

【作用】 定盤への加振力は、ステージ加減速時の加速度に比例し、また、一般に、ステージ質量は定盤質量の1/10～1/20以下であることが多い。このため、この系の中ではステージ加速度の検出が比較的高精度に検出可能な値であり、さらに、この値は定盤への加振力、さらには力発生器の発生力目標値を演算するに好適である。また、力発生器のコントローラ内に伝達関数の逆系を構成することにより、力発生器の特性を補償して発生力目標値と力発生器のステージ加速度信号入力を高精度に一致させることができる。なお、コントローラのステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタを設けること

により、目的とする低周波成分のみの制御が行なえるため系内で発生する高周波成分の信号が悪影響を与えることを防ぐことができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1により説明する。図に於いて1は定盤であり、2に示すステージ2がこの上を移動する。定盤1は外部振動を遮断するため、3で示す除振装置で支持されている。また、4は外部に設けられた力発生器であり、その推力軸は、ステージ駆動装置の推力軸に一致している。5は、ステージ2の移動加速度を検出する加速度センサであり、6は、振動抑制システム用コントローラ、7は、外部力発生器4の

パワーアンプである。

【0016】図1に於いて、ステージ2を移動させる場合、定盤1に対して加速または減速を行なう。従って、このときの反力が定盤1に与えられる。このとき、定盤1を加振しないためには、外部力発生器4によりステージ2の加速または減速により発生した力と同じ大きさで方向が反対の力を定盤1に与える必要がある。

【0017】ステージ2を駆動するときのステージ駆動装置（モータ等）からの駆動力をF、ステージ2の可動部質量をM、ステージ2の移動量をx、ステージ2と定盤1との間の摩擦係数をμ、重力加速度をgとすると、ステージ2の運動方程式は、

【0018】

【数1】

$$M \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} = F - \mu M g \quad \dots (1)$$

【0019】と、表される。このとき、定盤1に加わる反力F'は、

【0020】

【数2】

$$F' = M \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} \quad \dots (2)$$

【0021】となる。従って、外部力発生器4からは、ステージ2の加速度をステージ2の質量倍した力を発生すれば良い。そこで、加速度センサ5により、ステージ2の加速度を検出し、コントローラ6への入力とする。コントローラ6は、加速度センサ5より与えられた加速度信号Aをステージ2の質量倍し、外部力発生器4の力特性とそのパワーアンプ7の特性を補償した結果を、パワーアンプ7へ操作量Bとして出力する。例えば、外部力発生器4とそのパワーアンプ7に操作量として、ある入力信号Uを与えた場合に、力発生器4が定盤1に与える力をYとすると、

$$G = Y/U \quad \dots (3)$$

となる伝達関数Gを、あらかじめ実験あるいは計算により求めておき、

$$B = A \cdot M/G \quad \dots (4)$$

となる操作量Bを、振動抑制システムコントローラに

よりパワーアンプ7に出力して、外部力発生器4を駆動する。これにより、外部力発生器4は、常時、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが等しく方向が逆の力を定盤1に与える。このように、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが等しく、方向が逆の力を外部力発生器4により定盤1に与えることにより、ステージ2の移動による反力と外部力発生器4の発生する力が常に打ち消しあうため、定盤1はまったく振動することがなくなる。

【0022】次に、本発明の第二の実施例を図2による説明する。

【0023】図1と異なる点は、8の低域通過フィルタが付加されている。この例でも、第一の例と同様にステージ2を移動させる場合、定盤1に対して加速または減速を行なうため、このときの反力が定盤1に与えられる。このとき、定盤1を加振しないためには、前述のように、外部力発生器4によりステージ2の加速または減速により発生した力と同じ大きさで方向が反対の力を定盤1に与える必要があるが、外部力発生器4及びパワーアンプ7の特性に時間遅れ要素が含まれる場合や、加速度センサ5の出力信号にステージ2の固有振動が含まれてくる場合、外部力発生器4が発生する反力の高周波成分に対して追従せずに悪影響を及ぼす可能性がある。しかし、一般に定盤1の固有振動数は数Hzであるため、その振動を制御するための制御周期は、数十Hzで十分であるため、振動抑制システム用コントローラ6のステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタ8を設け、高周波成分をカットすることにより前述の悪影響を取り除くことができる。すなわち、振動抑制システムコントローラ6は、以下に示す式によりパワーアンプ7へ操作量Bを決定する。図1の例と同様に、ステージ2の可動部質量をM、加速度センサ5より与えられた加速度信号をA、外部力発生器4及びパワーアンプ7の（時間遅れ要素を含まない部分の）伝達関数をGとすると、

$$B = H \cdot A \cdot M/G \quad \dots (5)$$

ここで、Hは、低域通過フィルタ8の伝達関数である。低域通過フィルタ8のカットオフ周波数は、ステージ2の固有振動数より低くステージ2の制御系のサーボ帯域になるように設定する。これにより、外部力発生器4は、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが完全には等しくないが、定盤を加振する力の成分を相殺する力を発生するため、定盤1の振動を非常に小さくすることができる。

【0024】

【発明の効果】本発明の第一の実施例によれば、振動抑制システム用コントローラによって、ステージの加速度からステージ移動時に定盤に加わる反力を求め、外部力発生器の出力すべき力の目標値とし、力発生器の特性を補償した操作量を決定して、その操作量により力発生器を駆動するため、外部力発生器は、常時、ステージを移

動させるために発生する力と大きさが等しく方向が逆の力を定盤に与える。このように、ステージの移動による反力と外部力発生器の発生する力が常に打ち消しあうため、定盤はまったく振動することがなくなる。

【0025】また、本発明の第二の実施例によれば、外部力発生器及びそのパワーアンプの特性に時間遅れ要素が含まれる場合や、加速度センサの出力信号にステージの固有振動が含まれてくる場合には、振動抑制システム用コントローラのステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタを設け、高周波成分をカットすることにより、外部力発生器は、ステージを移動させるために発生する力と大きさが完全には等しくないが、定盤を加振する力

の成分を相殺する力を発生するため、定盤の振動を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のブロック図。

【図2】本発明の第二の実施例のブロック図。

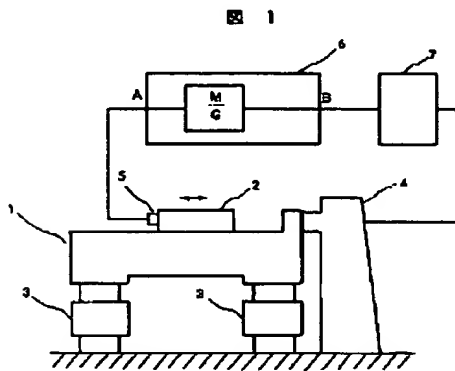
【図3】従来の構成を示す説明図。

【図4】従来の構成を示す説明図。

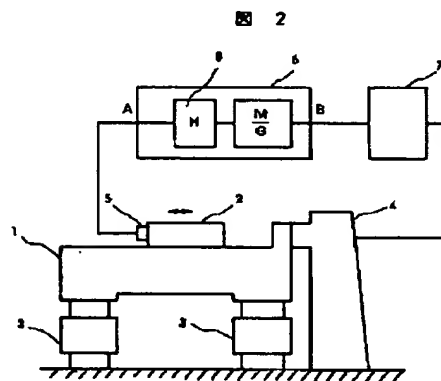
【符号の説明】

1…定盤、2…ステージ、3…除振装置、4…外部力発生器、5…加速度センサ、6…振動抑制システム用コントローラ、7…パワーアンプ、8…低域通過フィルタ。

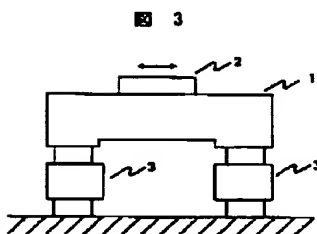
【図1】



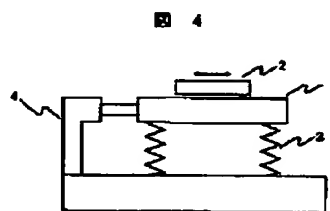
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

G 0 5 D 3/00

識別記号

庁内整理番号

P 9179-3H

F I

技術表示箇所

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-333110

(43)Date of publication of application : 20.11.1992

(51)Int.Cl. G05D 19/02
 B23Q 1/14
 B23Q 15/20
 F16F 15/02
 G05B 13/02
 G05D 3/00

(21)Application number : 03-104125

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 09.05.1991

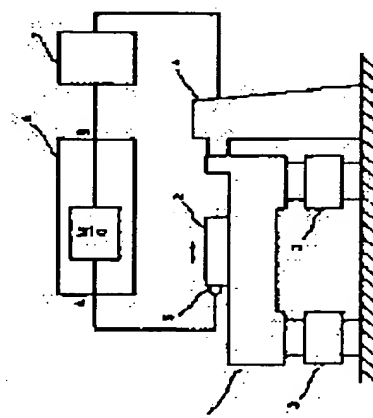
(72)Inventor : SAKAI TOMOKO
 KOBAYASHI ISAO

(54) STAGE VIBRATION SUPPRESSING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the vibration of a surface plate by applying the force of the same value as and adverse to the reaction applied to the surface plate from a stage to the surface plate from an external force generator when the stage is accelerated and decelerated and always securing the offset between the preceding force and reaction.

CONSTITUTION: The driving force shaft of an external force generator 4 is always coincident with the driving force shaft of a stage driver. An acceleration sensor 5 detects the acceleration of a stage 2, and a vibration suppressing system controller 6 multiplies the acceleration speed A received from the sensor 5 by the mass of the stage 2. Then the controller 6 outputs the result of compensation of the force characteristic of the generator 4 and the characteristic of a power amplifier 7 of the generator 4 to this amplifier 7 as a manipulated variable B.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE LEFT BLANK

特開平4-333110

(43) 公開日 平成4年(1992)11月20日

(51) Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F	技術表示箇所
G 0 5 D 19/02	D	8811-3H		
B 2 3 Q 1/14	Z	8107-3C		
15/20		9136-3C		
F 1 6 F 15/02	A	9138-3J		
G 0 5 B 13/02	K	9131-3H		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-104125
 (22) 出願日 平成3年(1991)5月9日

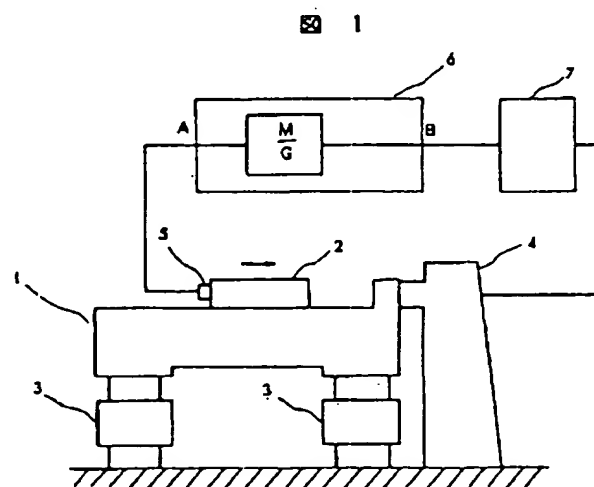
(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (72) 発明者 酒井 倫子
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
 (72) 発明者 小林 功
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
 (74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

(54) 【発明の名称】 ステージ用振動抑制システム

(57) 【要約】

【構成】外部に設けられた力発生器4の推力軸は、ステージ駆動装置の推力軸に一致している。加速度センサ5により、ステージ2の加速度を検出し、振動抑制システム用コントローラ6は、加速度センサ5より与えられた加速度信号Aをステージ2の質量倍し、外部力発生器4の力特性とそのパワーアンプ7の特性を補償した結果を、外部力発生器4のパワーアンプ7へ操作量Bとして出力する。

【効果】ステージ2を加・減速する際、ステージ2が定盤1に与える反力と大きさが同じで逆向きの力を、外部力発生器4により定盤1に与え、力を常に打ち消しあい、定盤1の振動を抑制することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外界からの振動を遮断するための除振装置で支持された定盤と、前記定盤上に設けられ少なくとも一方向に移動可能なステージと、前記ステージ駆動装置及びステージ駆動用制御装置と、前記定盤に力を加えるための外部力発生器とを含むステージ用振動抑制システムに於いて、ステージ移動加速度を検出するセンサを具備し、前記センサの値を入力値として前記定盤への加振力および前記外部力発生器の発生力目標値を演算し、内部に構成された力発生器の伝達関数の逆系によって力発生器の特性を補償して発生力目標値を演算する振動抑制システム用コントローラを備えたことを特徴とするステージ用振動抑制システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高精度位置決めステージに於いて、ステージを駆動したときに起こる振動を抑制するためのシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、各種の精密な測定装置、あるいは半導体関連の各種製造検査装置では、極めて高い位置決め精度（例えば0.1ミクロン以下）をもつ位置決めステージの要求が高まっている。通常、この種のステージは、外界からの振動を遮断するため、除振装置付き定盤の上に搭載されているが、ステージ駆動時の反力により、除振装置上の定盤が加振されステージ移動終了後も定盤の振動が残留する。

【0003】図3は、一般的な高精度位置決めステージを示した説明図である。図に於いて、1は定盤で2で示すステージがこの上を移動する。また、定盤1は、外界からの振動を遮断するため、3で示す除振装置（例えば、空気ばねまたは積層ゴム等）で支持されるのが普通である。ステージ2を動かすには、定盤1に対してステージ2を加速または減速するステージ駆動装置（一般的にはモータ、送りスクリュウ等）が必要であるがこれは図示していない。

【0004】ステージ2を定盤上で移動させるには、ステージ2に力を加えて加速し、停止のためには逆方向の力を与えて減速させることが必要である。この加速、減速の力は、その反力を定盤1に与える。定盤1は除振装置3により支持されているため、反力を受けると定盤1には振動が発生し、ステージ停止後も継続する。定盤上の構造体が剛体として扱える限りは、この振動は問題とはならないが、装置に要求される精度が高ければ高いほど、構造体の弾性変形は顕在化するため、この振動は、装置の精度及び、スループットに大きく影響を与える。

【0005】従来、このような振動を防止するため、種々の方法がとられており、その一つの方法として、特開昭58-68118号公報には、図4のような装置が示されている。図4に於いて、1は定盤を示し、2はステー

ジ、3は除振装置、4は外部に設けられた力発生器である。ステージ2を加速、減速する際、ステージ2が定盤1に与える反力と大きさが同じで逆向きの力を、外部力発生器4により定盤1に与えることにより、ステージ移動装置からの反力と、外部力発生器4からの力が常に打ち消しあうため、外部力発生器4の発生力の精度が高ければ、定盤1はまったく振動することがなくなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】振動抑制方法の原理は、従来からよく知られているが、この種の装置の実用化に際しては、いかに精度よく外部力発生器の力制御を行なうかが最も大きな技術課題となる。例えば、従来技術は、以下に示す点について考慮が十分ではなく、満足な制振ができない場合がある。

【0007】（1）ステージと定盤との間での摩擦力として失われる力を考慮していないため、力発生器に与える力の目標値は、実際に発生しているステージ駆動による反力と異なる。

【0008】（2）ステージ駆動装置と異なる特性をもつ力発生器を用いる場合には、従来技術で示されているような、ステージ駆動装置の操作量を単に定数倍した値を操作量として力発生器に与える方法では、ステージ駆動装置の発生する力と同じ大きさの力を力発生器より発生させることはできない。

【0009】本発明の目的は、効果的な定盤の制振を行ない、装置の精度及び、スループットを向上させる実用的なシステムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、以下二点が必要である。

【0011】（1）加振力の正確な検出または演算による高精度な発生力目標値の生成。

【0012】（2）発生力目標値と、力発生器出力の高精度な一致。

【0013】このためには、ステージの加速度を元にして発生力目標値を高精度に生成し、さらに、コントローラ内で力発生器の特性を補償して力発生器の操作量を決定するのが効果的である。

【0014】

【作用】定盤への加振力は、ステージ加減速時の加速度に比例し、また、一般に、ステージ質量は定盤質量の1/10～1/20以下であることが多い。このため、この系の中ではステージ加速度の検出が比較的高精度に検出可能な値であり、さらに、この値は定盤への加振力、さらには力発生器の発生力目標値を演算するに好適である。また、力発生器のコントローラ内に伝達関数の逆系を構成することにより、力発生器の特性を補償して発生力目標値と力発生器のステージ加速度信号入力を高精度に一致させることができる。なお、コントローラのステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタを設けること

により、目的とする低周波成分のみの制御が行なえるため系内で発生する高周波成分の信号が悪影響を与えることを防ぐことができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1により説明する。図に於いて1は定盤であり、2に示すステージ2がこの上を移動する。定盤1は外部振動を遮断するため、3で示す除振装置で支持されている。また、4は外部に設けられた力発生器であり、その推力軸は、ステージ駆動装置の推力軸に一致している。5は、ステージ2の移動加速度を検出する加速度センサであり、6は、振動抑制システム用コントローラ、7は、外部力発生器4の

【0016】図1に於いて、ステージ2を移動させる場合、定盤1に対して加速または減速を行なう。従って、このときの反力が定盤1に与えられる。このとき、定盤1を加振しないためには、外部力発生器4によりステージ2の加速または減速により発生した力と同じ大きさで方向が反対の力を定盤1に与える必要がある。

【0017】ステージ2を駆動するときのステージ駆動装置（モータ等）からの駆動力をF、ステージ2の可動部質量をM、ステージ2の移動量をx、ステージ2と定盤1との間の摩擦係数をμ、重力加速度をgとすると、ステージ2の運動方程式は、

【0018】

【数1】

$$M \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} = F - \mu M g \quad \dots (1)$$

【0019】と、表される。このとき、定盤1に加わる反力F'は、

【0020】

【数2】

$$F' = M \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} \quad \dots (2)$$

【0021】となる。従って、外部力発生器4からは、ステージ2の加速度をステージ2の質量倍した力を発生すれば良い。そこで、加速度センサ5により、ステージ2の加速度を検出し、コントローラ6への入力とする。コントローラ6は、加速度センサ5より与えられた加速度信号Aをステージ2の質量倍し、外部力発生器4の力特性とそのパワーアンプ7の特性を補償した結果を、パワーアンプ7へ操作量Bとして出力する。例えば、外部力発生器4とそのパワーアンプ7に操作量として、ある入力信号Uを与えた場合に、力発生器4が定盤1に与える力をYとすると、

$$G = Y/U \quad \dots (3)$$

となる伝達関数Gを、あらかじめ実験あるいは計算により求めておき、

$$B = A \cdot M/G \quad \dots (4)$$

となる操作量Bを、振動抑制用システムコントローラに

よりパワーアンプ7に出力して、外部力発生器4を駆動する。これにより、外部力発生器4は、常時、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが等しく方向が逆の力を定盤1に与える。このように、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが等しく、方向が逆の力を外部力発生器4により定盤1に与えることにより、ステージ2の移動による反力と外部力発生器4の発生する力が常に打ち消しあうため、定盤1はまったく振動することがなくなる。

【0022】次に、本発明の第二の実施例を図2による説明する。

【0023】図1と異なる点は、8の低域通過フィルタが付加されている。この例でも、第一の例と同様にステージ2を移動させる場合、定盤1に対して加速または減速を行なうため、このときの反力が定盤1に与えられる。このとき、定盤1を加振しないためには、前述のように、外部力発生器4によりステージ2の加速または減速により発生した力と同じ大きさで方向が反対の力を定盤1に与える必要があるが、外部力発生器4及びパワーアンプ7の特性に時間遅れ要素が含まれる場合や、加速度センサ5の出力信号にステージ2の固有振動が含まれてくる場合、外部力発生器4が発生する反力の高周波成分に対して追従せずに悪影響を及ぼす可能性がある。しかし、一般に定盤1の固有振動数は数Hzであるため、その振動を制御するための制御周期は、数十Hzで十分であるため、振動抑制システム用コントローラ6のステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタ8を設け、高周波成分をカットすることにより前述の悪影響を取り除くことができる。すなわち、振動抑制用システムコントローラ6は、以下に示す式によりパワーアンプ7へ操作量Bを決定する。図1の例と同様に、ステージ2の可動部質量をM、加速度センサ5より与えられた加速度信号をA、外部力発生器4及びパワーアンプ7の（時間遅れ要素を含まない部分の）伝達関数をGとすると、

$$B = H \cdot A \cdot M/G \quad \dots (5)$$

ここで、Hは、低域通過フィルタ8の伝達関数である。低域通過フィルタ8のカットオフ周波数は、ステージ2の固有振動数より低くステージ2の制御系のサーボ帯域になるように設定する。これにより、外部力発生器4は、ステージ2を移動させるために発生する力と大きさが完全には等しくないが、定盤を加振する力の成分を相殺する力を発生するため、定盤1の振動を非常に小さくすることができる。

【0024】

【発明の効果】本発明の第一の実施例によれば、振動抑制システム用コントローラによって、ステージの加速度からステージ移動時に定盤に加わる反力を求め、外部力発生器の出力すべき力の目標値とし、力発生器の特性を補償した操作量を決定して、その操作量により力発生器を駆動するため、外部力発生器は、常時、ステージを移

動させるために発生する力と大きさが等しく方向が逆の力を定盤に与える。このように、ステージの移動による反力と外部力発生器の発生する力が常に打ち消しあうため、定盤はまったく振動することがなくなる。

【0025】また、本発明の第二の実施例によれば、外部力発生器及びそのパワーアンプの特性に時間遅れ要素が含まれる場合や、加速度センサの出力信号にステージの固有振動が含まれてくる場合には、振動抑制システム用コントローラのステージ加速度信号入力部に低域通過フィルタを設け、高周波成分をカットすることにより、外部力発生器は、ステージを移動させるために発生する力と大きさが完全には等しくないが、定盤を加振する力

の成分を相殺する力を発生するため、定盤の振動を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のブロック図。

【図2】本発明の第二の実施例のブロック図。

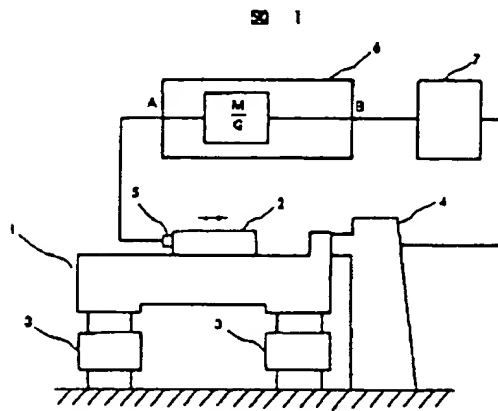
【図3】従来の構成を示す説明図。

【図4】従来の構成を示す説明図。

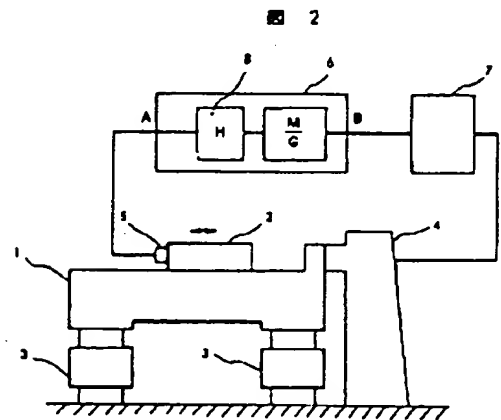
【符号の説明】

1…定盤、2…ステージ、3…除振装置、4…外部力発生器、5…加速度センサ、6…振動抑制システム用コントローラ、7…パワーアンプ、8…低域通過フィルタ。

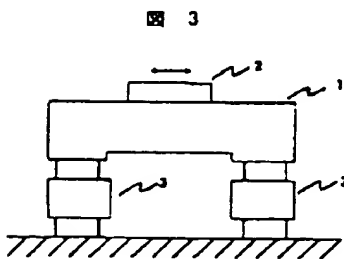
【図1】



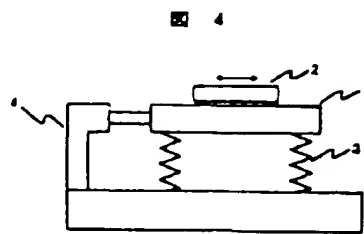
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

G 0 5 D 3/00

識別記号 庁内整理番号

P 9179-3H

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.